

2023

**PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**



**Universidad
del Cauca**

Departamento de Sistemas

**Facultad de
Ingeniería Electrónica
y Telecomunicaciones**



Universidad del Cauca

Deibar René Hurtado Herrera
Rector

Aida Patricia González Nieva
Vicerrectora Académica

Jorge Enrique Barrera Moreno
Vicerrector Administrativo

Francisco José Pino Correa
Vicerrector de Investigaciones

César Alfaro Mosquera Dorado
Vicerrector de Cultura y Bienestar

Laura Ismenia Castellanos Vivas
Secretaria General

Alexander Buendía Astudillo
Director Centro de Gestión de la Calidad y la Acreditación Institucional



Universidad
del Cauca

Alejandro Toledo Tovar

Decano Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Virginia Solarte Muñoz

Gestor de Calidad de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

COMITÉ DE PROGRAMA

Martha Eliana Mendoza Becerra

Coordinadora

Carolina González Serrano

César Jesús Pardo Calvache

Integrantes del Comité de Programa

Tabla de contenido

1	Reseña histórica del programa	2
2	Pertinencia y Propósitos del programa	3
2.1	Justificación.....	3
2.2	Misión	6
2.3	Visión.....	6
2.4	Principios.....	6
2.5	Objetivos	6
2.6	Perfil del egresado	7
2.7	Competencias	8
3	Aspectos curriculares	9
3.1	Componentes formativos.....	9
3.1.1	Estrategias de flexibilidad curricular.....	9
3.1.2	Interdisciplinariedad del programa	12
3.1.3	Resultados de aprendizaje.....	12
3.2	Componentes pedagógicos	14
3.3	Componentes de interacción.....	15
3.3.1	Internacionalización del currículo	16
3.3.2	Competencias en una segunda lengua.....	16
3.4	Conceptualización teórica del Programa.....	16
3.5	Mecanismos de evaluación	17
4	Organización de actividades académicas y proceso formativo	21
4.1	Créditos por áreas	23
4.2	Créditos por semestre.....	25
5	Investigación en el Programa.....	28

5.1	Grupos de investigación que apoyan al Programa	29
5.2	Docentes investigadores que hacen parte del Programa.....	29
6	Articulación con el Entorno	30
6.1	Movilidad académica	30
7	Planta Docente	31
8	Medios Educativos	33
8.1	Bibliografía específica para el Programa	33
8.2	Recursos bibliográficos digitales	33
8.3	Software.....	33
8.4	Escenarios de formación teórica y práctica.....	34
8.5	Dotación de equipos para prácticas	34
8.6	Medios audiovisuales.....	34
9	Mecanismos para el Aseguramiento de la Calidad	36
9.1	Evaluación de asignaturas de parte de los estudiantes.....	36
9.2	Evaluación de profesores de parte de la facultad	36
9.3	Proceso de Autoevaluación del Programa	37

PRESENTACIÓN

El presente documento hace referencia al Proyecto Educativo del Programa de Doctorado en Ciencias de la Computación de la Universidad del Cauca, presentando los aspectos más destacados del Programa y se puede considerar una guía para la acción y desarrollo de los procesos formativos e investigativos de los doctorandos.

El Proyecto Educativo del Programa hace una breve reseña, menciona los objetivos definidos para este, presenta los lineamientos que le dan identidad, especifica los perfiles, explica las características y organización del plan de estudios y describe la manera en que contribuye al alcance de los aprendizajes esperados de los estudiantes. Además, presenta la organización administrativa, los recursos docentes y la infraestructura.

El Programa ha establecido un conjunto de estrategias pedagógicas para que el estudiante apropie los conocimientos requeridos para que realice y oriente de manera autónoma procesos académicos o de investigación científica en alguna de las áreas de interés de las Ciencias de la Computación, como son: Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas; con la capacidad de aplicar los métodos de ingeniería a la información (adquisición, representación almacenamiento, tratamiento y transmisión), de sistematizarla en computadores (algoritmos y mecanismos de comunicación), para finalmente, utilizar métodos científicos que permitan crear soluciones que apoyen la toma de decisiones en las actividades humanas.

En consonancia, el currículo del Programa es una expresión de la sólida cultura investigativa de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones (FIET), diseñada para enriquecer la comprensión del campo de las Ciencias de la Computación en Colombia y aportar a la solución de problemas en esta área. Por ello, se han incluido como elementos diferenciadores: i) Una formación científica de calidad en las áreas de investigación específicas, ii) Una pasantía de investigación de carácter internacional, iii) una práctica docente que permite interactuar con estudiantes de pregrado o posgrado, y iv) un seminario de transferencia que oriente la conversión de los resultados de investigación.

1 Reseña histórica del programa

La Universidad del Cauca es una de las entidades públicas de mayor impacto en la región y su principal responsabilidad es brindar oportunidades de formación e investigación para generar conocimiento en diferentes campos que impacten la región y el país. Las Ciencias de la Computación es uno de ellos, que comprende áreas de conocimiento como: Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas; algunas de ellas enmarcadas en la cuarta revolución industrial. La investigación en estas áreas genera procesos de investigación y desarrollo tecnológico que pueden producir un impacto positivo en la sociedad en general.

Este Programa surge teniendo en cuenta que, de los seis departamentos de la región de influencia del programa, cuatro de ellos (Nariño, Huila, Putumayo y Caquetá) no tienen programas de doctorado, brindando la posibilidad a los egresados de estos departamentos en Ingeniería de Sistemas, Informática, Electrónica, Telemática y Telecomunicaciones entre otras áreas afines de formarse a nivel doctoral. Además, la FIET ofrece programas a nivel de pregrado y maestría en áreas afines con el doctorado en Ciencias de la Computación, lo cual permite que la Universidad del Cauca presente una amplia oferta académica que va desde el ciclo de formación profesional hasta la doctoral en las áreas de conocimiento del programa.

Por lo tanto, la Universidad del Cauca mediante Acuerdo 071 del 1 de noviembre de 2019 del Consejo Superior (Apéndice 1.01), avaló la creación y puesta en marcha del programa de Doctorado en Ciencias de la Computación. El ICFES le asignó código SNIES 109668 y el Ministerio de Educación Nacional le otorgó el primer registro calificado mediante Resolución 014594 del 6 de agosto de 2020 (Apéndice 1.02). La primera cohorte del Programa inició actividades en agosto de 2021.

El programa se rige por la normatividad de la Universidad del Cauca y el reglamento específico vigente del programa fue aprobado por el Consejo de Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones según resolución No. 8.4.3-90.2/288 del 1 de septiembre de 2023.

2 Pertinencia y Propósitos del programa

2.1 Justificación

El informe nacional de competitividad de los años 2021-2022¹ realizado por el Consejo Privado de Competitividad (CPC), en el aspecto de *Ciencia, tecnología e innovación*, indica que el país presentó en 2020 un nivel de inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de 0,29% del PIB, por debajo del promedio en América Latina que fue de 0,56%, mientras en países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) fue de 2,5%. Además, presenta que en Colombia el 2,5% de los **investigadores** trabajan en **empresas**, y el 95,7% en la **academia**, en cambio en los países de la OCDE esta participación en promedio es 48,1% y 38,2%, respectivamente. Esto muestra la necesidad en el país de incrementar la inversión en I+D y de aumentar la integración de los investigadores en las empresas, para que facilitar el impacto de la investigación en el sector productivo.

En el informe del Índice departamental de competitividad (IDC) del año 2023² realizado también por el CPC, teniendo en cuenta los 32 departamentos y la ciudad de Bogotá, presenta al Cauca en el puesto 18, por debajo de San Andrés, Magdalena y Meta. En este mismo informe algunas de las recomendaciones en el aspecto de *Ciencia, tecnología e innovación* buscan: (i) **Incrementar** la capacidad de **investigación** y **generación** de **capital humano** en los temas más relevantes para el país, medida por sus productos y resultados de investigación; (ii) Promover la **generación** y posterior **transferencia** de **conocimiento** en departamentos que ya cuentan con el entorno para la innovación, y así fortalecer los sistemas regionales de innovación. Con lo anterior, se evidencia a nivel nacional la necesidad de formar capital humano en investigación y a nivel regional la generación de conocimiento para fortalecer la innovación en las regiones.

Además, la Misión Internacional de Sabios³ realizada en el año 2019, propuso ocho focos de acción para el país, entre las cuales se encuentra **las Tecnologías convergentes** como la base de la cuarta revolución industrial, que incluye temas como: *Inteligencia artificial, Análisis de datos/Big data, Internet de las cosas*. Estos temas son parte fundamental de las áreas de conocimiento en Ciencias de la Computación que aborda el programa de doctorado.

Por otro lado, a nivel Nacional los programas académicos de doctorado que se ofrecen en el campo de la *Ingeniería y profesiones afines y Tecnología de la Información y la comunicación*, según el Observatorio Laboral para la Educación (OLE)⁴ en los años 2016 a 2021, y que pueden ser afines con este programa de doctorado, se presentan en la Tabla 1. Como se puede observar en esta tabla, en el año 2021 la oferta de programas de *Doctorado en Ingeniería e Ingeniería y Ciencias aplicadas* es de 78, sin embargo, por ser un título genérico no se tiene claridad de los campos de investigación específica en ingeniería que se desarrollan al interior de estos programas. En cuanto a doctorados

¹ https://compite.com.co/wp-content/uploads/2021/11/CPC_INC_2021_Resumen-V3.pdf

² https://compite.com.co/wp-content/uploads/2023/05/IDC_2023_web.pdf

³ https://minciencias.gov.co/sites/default/files/colombia_y_la_nueva_revolucion_.pdf

⁴ <http://bi.mineducacion.gov.co:8380/eportal/web/men-observatorio-laboral/programas-academicos>

específicamente en *Computación* la oferta es de 5 (*Ingeniería de Electrónica y de Computación e Ingeniería de Sistemas y Computación*), de *Ingeniería de Sistemas* de 8 y en *Ingeniería Telemática* de 4. Mostrando la necesidad de fortalecer la oferta en los programas específicos en *Computación* y en los temas propuestos por la Misión de sabios.

Tabla 1 Oferta programas de doctorado relacionados a nivel nacional

Programa académico	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Doctorado en Ingeniería	77	93	85	81	66	66
Doctorado en Ingeniería de Sistemas	8	14	7	9	9	11
Doctorado en Ingeniería Electrónica y Computación	2	1	0	0	0	0
Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computación	3	4	3	4	0	0
Doctorado en Ingeniería Telemática	4	2	2	3	3	3
Doctorado en Ingeniería y Ciencias aplicadas	1	0	0	0	0	0
TOTAL	95	114	97	97	78	80

Además, en un estudio presentado por Fedesarrollo en el año 2022⁵, Colombia registra 16 doctores por millón de habitantes, que es una cifra baja comparada con los países de latinoamericana cuyo promedio en 2016 era de 48 doctores por millón de habitantes⁶, evidenciando la situación de rezago del país en cuanto a formación doctoral, por lo que resulta esencial estructurar y ofrecer más programas en este nivel.

Según la página del Ministerio de Educación la oferta de programas de doctorado⁷ enmarcados en el núcleo de conocimiento de *Ingeniería de sistemas, telemática y afines*, en universidades en la región Sur Occidente (área de influencia del programa), sólo se encontraron cuatro (4) doctorados en *Ingeniería* relacionados con las Ciencias de la Computación, como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2 Doctorados en Ingeniería de Sistemas, Telemática y Afines en la Región

Departamento	Título Doctorado	Universidad	Líneas de Investigación
Cauca	Doctorado en Ingeniería Telemática	Universidad del Cauca	Aplicaciones y Servicios sobre Internet, e-Ambiente, eSalud, Servicios Avanzados de Telecomunicaciones.
Valle del Cauca	Doctorado en Ingeniería	Pontificia Universidad Javeriana	Automatización y Control, Modelado y Simulación, Métodos de Optimización, Biología, Matemáticas y Ciencias Aplicadas, Nuevos Materiales, Ciencia de nano escala e Ingeniería.

⁵<https://rb.gy/uufz24>

⁶<https://rb.gy/ud3s6z>

⁷<https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas>

Valle del Cauca	Doctorado en Ingeniería	Universidad del Valle	Modelos computacionales concurrentes, interacción musical computacional, Informática, Bioinformática.
Valle del Cauca	Doctorado en Ingeniería	Universidad Autónoma de Occidente	Sistemas Inteligentes, Sistema e informática aplicada, Tecnologías de la información, Ingeniería de software y Sistemas de información.
Nariño, Huila, Putumayo, Caquetá	No existe un programa de doctorado		

Aunque el Programa de doctorado tiene tres cohortes desde su creación en el año 2021, en la Tabla 3, se puede apreciar la acogida que ha tenido en la región, con once estudiantes activos, procedentes de ciudades como: Popayán, Cali, Valledupar e Ibagué.

Tabla 3 Estudiantes activos del programa por cohorte

Cohorte	2023	2022	2021
Total de Estudiantes Activos	5	3	3

Los elementos diferenciadores del Programa son los siguientes:

- a) Una formación científica de calidad en las áreas de investigación específicas de: Sistemas Inteligentes (Inteligencia artificial), Gestión de Información (Análisis de datos/Big data), Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas (Internet de las cosas), clasificadas en el campo de investigación de las Ciencias de la Computación, las cuales tienen un gran impacto en la sociedad actual ya que permiten el manejo inteligente de la información y su interrelación efectiva para resolver problemas.
- b) Una pasantía de investigación en un grupo internacional, que le permita al estudiante profundizar y debatir con pares externos sobre el conocimiento específico de su tesis de doctorado, conocer otros procesos de investigación y realizar una inmersión cultural que le permita comprender realidades y contextos diferentes al local.
- c) Una práctica docente que le permite al estudiante de doctorado tener una experiencia académica en la que interactúa con estudiantes de pregrado y/o posgrado (cuando el estudiante tiene título de maestría) fortaleciendo sus habilidades comunicativas y/o tomar el rol de evaluador de trabajos de grado, anteproyectos o publicaciones, actividades que le permite afianzar elementos de análisis y fortalecer sus habilidades como investigador.
- d) Un seminario de transferencia que oriente la conversión de los resultados de las investigaciones de las tesis de doctorado en bienes y servicios a las empresas locales, impactando en la solución a problemas identificados en la región y el país.

El Doctorado en Ciencias de la Computación busca impactar fuertemente la región, apoyando el desarrollo de proyectos y relaciones empresariales que generen bienes y servicios básicos, teniendo en cuenta que estas pueden proveer soluciones transversales

en todos los campos, ya sea creando aplicaciones innovadoras para las empresas, soluciones que faciliten el acceso a la salud y a las instituciones públicas, software que incentive el aprendizaje en escuelas y colegios, la utilización de recursos de manera responsable con aplicaciones que ayuden a su conservación y monitoreo, entre otros campos de aplicación.

2.2 Misión

Promover la formación de investigadores a nivel doctoral en las áreas de Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas; para que lideren proyectos de investigación, innovación, desarrollo y transferencia, científica y tecnológica, abordando la solución de problemas con un impacto positivo en la sociedad.

2.3 Visión

Ser reconocidos como un programa de excelencia en la formación de investigadores en el campo de Ciencias de la Computación, con reconocimiento a nivel nacional y/o internacional.

2.4 Principios

El Programa de Doctorado en Ciencias de la Computación se rige por los siguientes principios:

- a) La convivencia y la tolerancia, necesarios para la consecución de la paz nacional.
- b) La honestidad y la responsabilidad, dentro de la pluralidad ideológica y el respeto a los derechos individuales y sociales.
- c) La valoración integral del ser humano, superando toda forma de discriminación e inequidad.
- d) La libertad y la autonomía, principios esenciales para formar personas capaces de decidir en libertad y con responsabilidad.
- e) La democracia y la participación, en el marco de un Estado Social de Derecho que garantice el pleno desarrollo individual y social.

2.5 Objetivos

General

Formar doctores altamente calificados en el campo de las Ciencias de la Computación para liderar proyectos de investigación, innovación, desarrollo y transferencia, científica y tecnológica, que aborden la solución de problemas en todo ámbito con un impacto positivo en la sociedad.

Específicos

- a) Formar individuos con conocimientos y habilidades en las áreas de investigación de Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas; que les permita proponer y ejecutar proyectos de investigación e innovación científica y tecnológica que impacten las diferentes actividades del desarrollo humano.
- b) Formar investigadores con competencias científicas que les proporcionen las capacidades para participar activamente en procesos de investigación e innovación, que generen nuevo conocimiento en el campo de las Ciencias de la Computación que signifiquen un aporte a la sociedad en general y que permitan afrontar los retos de la cuarta revolución industrial.
- c) Contribuir a la generación, transferencia, apropiación y aplicación del conocimiento en el campo de las Ciencias de la Computación, con el objetivo de cerrar la brecha tecnológica que nos separa del mundo industrializado.
- d) Fomentar la difusión de los avances y resultados de las tesis de doctorado en publicaciones de reconocido prestigio científico a nivel nacional o internacional, que posibilite la mejora en la calidad y el impacto de dichas tesis.
- e) Constituir un espacio de actualización metodológica y científica con colaboración nacional e internacional en las áreas de interés cultivadas por los grupos de investigación, que permita llevar a cabo iniciativas en el marco de las políticas nacionales de Ciencia y Tecnología.
- f) Contribuir a satisfacer las necesidades de formación doctoral en ciencias de la computación, para fortalecer las capacidades regionales de investigación e innovación en el marco de la industria del software.

2.6 Perfil del egresado

El egresado del Programa de Doctorado en Ciencias de la Computación tendrá una formación científica de calidad y con un elevado nivel de competencia en el campo de las Ciencias de la Computación, específicamente en las áreas de conocimiento de Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas; que le permitirá:

- a) Formular y participar en proyectos de investigación científica en alguna de las áreas de conocimiento.
- b) Generar conocimiento a través de un proceso de investigación científica contribuyendo al avance de la ciencia y la tecnología.
- c) Aplicar conocimientos avanzados de Ciencias de la Computación en diferentes contextos, utilizando herramientas especializadas del ámbito conceptual, metodológico y tecnológico.

- d) Divulgar formalmente a la comunidad científica los procesos y resultados de investigación.

2.7 Competencias

El egresado del Doctorado en Ciencias de la Computación estará en capacidad de:

- 1) Aplicar estrategias, métodos y técnicas adecuados para la comprensión sistemática de un dominio de conocimiento.
- 2) Concebir, diseñar, construir y adaptar un proceso sustancial de investigación.
- 3) Generar nuevo conocimiento a través de una investigación original que contribuya a la solución de problemas teóricos o prácticos sociales.
- 4) Realizar un análisis crítico, de evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas.
- 5) Comunicarse con la comunidad académica, científica y la sociedad en general, acerca del conocimiento científico adquirido.
- 6) Fomentar en contextos académicos y profesionales, el avance científico y tecnológico dentro de una sociedad basada en el conocimiento.

3 Aspectos curriculares

3.1 Componentes formativos

El plan de estudios está conformado por asignaturas y actividades académicas distribuidas por las áreas de formación (Fundamentación, Profundización, Investigación y Complementación), con sus correspondientes créditos, como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4 Plan de estudios del Programa

Área	Nombre Asignatura/Actividad	Asignatura	Actividad	Créditos
Fundamentación	Metodología de la Investigación	X		3
	Seminario de Matemáticas	X		3
Profundización	Electiva 1	X		3
	Electiva 2	X		3
	Electiva 3	X		3
Investigación	Seminario de Investigación 1, 2 y 3	X		3
	Propuesta de Tesis		X	12
	Examen de candidatura		X	6
	Tesis Doctoral		X	43
	Pasantía de Investigación		X	9
	Publicaciones		X	9
Complementación	Formación Docente	X		1
	Práctica Docente		X	6
	Seminario de Transferencia	X		1
Total				105

Aunque la estructura curricular del programa de Doctorado es flexible, en la Tabla 5, se muestra un plan de estudios recomendado para estudiantes que ingresan sin título de maestría, indicando las distintas actividades curriculares (asignaturas y actividades) organizadas por semestre, con el correspondiente número de créditos, las horas estimadas de trabajo del estudiante directo e independiente, indicando el área de formación del currículo y el número máximo de estudiantes matriculados o proyectados.

3.1.1 Estrategias de flexibilidad curricular.

El plan curricular puede variar en función de las necesidades del estudiante, tal como se indica a continuación:

- a) Área de Profundización: Su diseño flexible y personalizado permite al estudiante prepararse para afrontar el desarrollo de su Tesis Doctoral (trabajo de investigación). Consta de tres asignaturas de carácter electivo con un total de nueve (9) créditos. Si el estudiante así lo requiere y con aprobación de su tutor/director puede tomar hasta seis (6) de estos créditos en asignaturas ofrecidas por otros programas de la Universidad o fuera de ella en una Universidad reconocida como de Alta Calidad, basado en el artículo 26 del Acuerdo 022 de 2013 (Apéndice 3.01).

Tabla 5 Plan de Estudios sugerido para el Doctorado en Ciencias de la Computación

Asignatura o Actividad académica	Créditos académicos			Horas de trabajo estudiante			Áreas de Formación				Número máximo estudiantes matriculados o proyectados
	Obligatorios	Electivos	Opcionales	Horas de trabajo directo	Horas de trabajo independiente	Horas de trabajo totales	Fundamentación	Profundización	Investigación	Complementación	
Semestre I											
Metodología de la Investigación	3			36	108	144	X				10
Seminario de Matemáticas	3			36	108	144	X				10
Electiva 1		3		36	108	144		X			15
Electiva 2		3		36	108	144		X			15
Formación Docente	1			18	30	48				X	15
Semestre II											
Electiva 3		3		36	108	144		X			15
Propuesta de Tesis	6			44	244	288			X		
Seminario de Investigación 1	1			18	30	48			X		20
Práctica Docente	3			0	144	144				X	
Semestre III											
Propuesta de Tesis	6			44	244	288			X		
Seminario de Investigación 2	1			18	30	48			X		10
Práctica Docente	3			0	144	144				X	
Publicaciones	3			22	122	144			X		
Semestre IV											
Examen de Candidatura	6			44	244	288			X		
Seminario de Investigación 3	1			18	30	48			X		10
Pasantía de Investigación	6			22	266	288			X		
Semestre V											
Tesis Doctoral	11			66	462	528			X		
Publicaciones	3			22	122	144			X		
Semestre VI											
Tesis Doctoral	10			66	414	480			X		
Seminario de Transferencia	1			18	30	48				X	10
Pasantía de Investigación	3			22	122	144			X		
Semestre VII											
Tesis Doctoral	11			66	462	528			X		
Publicaciones	3			22	122	144			X		
Semestre VIII											
Tesis Doctoral	11			66	462	528			X		
Publicaciones (OPCIONAL)		3	3						X		
Número total de Horas				776	4264	5040					
Porcentaje total de horas				15.4	84.6	100.0					
Número total de créditos	96	9	3								
Porcentaje total de créditos	88.9	8.3	2.8								

Fuente: "Guía para la Elaboración del Documento Maestro de Registro Calificado" Ministerio de Educación Nacional 2016.

- b) Publicaciones: esta actividad es el resultado de la investigación llevada a cabo por el estudiante durante la elaboración de su propuesta y el desarrollo de su tesis de doctorado. Se asignan créditos a publicaciones en eventos y revistas, y se establece como requisito mínimo nueve (9) créditos y máximo doce (12) créditos. Los estudiantes deben publicar como mínimo un artículo en una revista indexada por MinCiencias en categoría A o B, por lo cual se les reconoce 6 o 4 créditos respectivamente.

- c) **Práctica Docente:** Es una actividad con seis (6) créditos, que ofrece espacios para apropiar y socializar elementos prácticos relacionados con la docencia. La práctica docente se debe realizar en la Universidad del Cauca sin remuneración, durante un semestre completo o puede distribuirse durante los ocho semestres del programa siempre y cuando el estudiante esté matriculado en el mismo. Además, el estudiante puede escoger entre distintas actividades válidas para el reconocimiento de estos créditos según la Resolución del Consejo de la FIET 8.4.3-90.2/276 del 25 agosto de 2023.
- d) **Pasantía de investigación:** Es posible realizar una o dos estancias en uno o varios grupos de investigación a nivel internacional, con una duración mínima de tres meses sumando las dos estancias. Se reconocen nueve (9) créditos por los tres meses dedicados tiempo completo a la pasantía, es decir, tres (3) créditos por cada mes de estancia.

También es factible que quienes tengan título de Maestría en la misma área o en áreas afines, puedan homologar créditos de algunas asignaturas o actividades previo concepto favorable del Comité de programa del Doctorado.

La flexibilidad es establecida en el acuerdo superior 036 de 2001, como parte de los principios orientadores del Sistema Académico de la Universidad y su valoración se determina por el Índice de flexibilidad del plan de estudios del programa académico, teniendo en cuenta cuatro aspectos: (i) los créditos académicos sin requisitos, (ii) los créditos electivos, (iii) los susceptibles de homologación y (iv) las modalidades de trabajo de grado.

La ponderación de estos aspectos y el cálculo del Índice de Flexibilidad (IF), se explican en el acuerdo 006 de 2019 del Consejo Académico (Apéndice 3.02) y están registrados en la Tabla 6. Como se puede apreciar, el Índice de Flexibilidad alcanza un valor de 0.8366, que representa un grado considerablemente favorable para este aspecto.

Tabla 6 Índice de Flexibilidad Curricular del Programa

Créditos académicos		Factor de ponderación	Aporte por aspecto	Valor obtenido
Sin requisitos (CSR)	54(*)	$\alpha = 0.4$	$\alpha * (CSR/TC)$	0.2057
Electivos (CE)	9	$\beta = 0.15$	$\beta * (CE/TC)$	0.0129
Homologables (CH)	16(**)	$\gamma = 0.15$	$\gamma * (CH/TC)$	0.0228
Créditos totales del Programa (TC)	105			
No. modalidades de trabajo de grado del programa (MG)	1	$\delta = 0.3$	$\delta * (MG/TG)$	0.3000
Total de modalidades de trabajo de grado ofertadas por la Universidad (TG)		1		
Índice de Flexibilidad (IF) = $\alpha*(CSR/TC) + \beta*(CE/TC) + \gamma*(CH/TC) + \delta* (MG/TG)$				0.8366

(*) Los créditos sin requisitos (CSR) son 54 créditos: Cursos Formación Básica (6), Cursos Electivos (9), Formación Docente (1), Práctica Docente (6), Seminario de Investigación 1 (1), Seminario de Transferencia (1), Pasantía de Investigación (9), Publicaciones (9) y Propuesta de Tesis (12). Los créditos con requisitos son 51

créditos: Seminario de Investigación 2 (1), Seminario de Investigación 3 (1), Examen de Candidatura (6) y Tesis Doctoral (43). Para un gran total de 105 créditos que representan la cantidad establecida en el Plan de Estudios.

(**) Los créditos homologables (CH) son 16 créditos: Cursos Formación Básica (6), Formación Docente (1) y Cursos Electivos (9).

3.1.2 Interdisciplinariedad del programa

El programa de Doctorado provee una formación interdisciplinar al estudiante desde diferentes espacios de actuación en las áreas de conocimiento de Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas, que hacen parte del campo de conocimiento denominado Ciencias de la Computación.

En cuanto al plan de estudios, éste involucra espacios de interacción con áreas diferentes al ejercicio propio de cada formación, la cual va desde los espacios comunes para cada una de las áreas de conocimiento que desarrolla el Programa, hasta actividades típicamente por fuera de cada campo de actuación. Estos espacios se evidencian en las siguientes actividades:

- 1) Pasantía de Investigación: Espacio en el cual el estudiante puede interactuar con otros grupos de investigación a nivel internacional, compartiendo conocimientos y comparando diferentes metodologías de investigación.
- 2) Práctica Docente: Actividad en la cual el estudiante puede orientar cursos o laboratorios, prestar asesorías o monitorías, o ser director y/o evaluador de proyectos de tesis, en alguno de los programas de pregrado y/o posgrado (si tienen título de maestría) de la FIET, lo cual le brinda la posibilidad de compartir sus conocimientos y aprender de otras áreas de conocimiento.
- 3) Seminario de Investigación: Espacio donde el estudiante puede compartir sus experiencias e intereses con otros estudiantes e investigadores de las demás áreas del Doctorado y de la Maestría en Computación. Esto le permite obtener una visión más global de las investigaciones que se llevan a cabo en la Universidad y en entornos externos.

Adicionalmente, gracias a la dinámica propia de los grupos de investigación que soportan el Programa y sus vínculos con otros grupos nacionales y extranjeros, se genera un ambiente favorable para desarrollar el trabajo interdisciplinario, requerido para abordar adecuadamente la investigación de alto nivel.

3.1.3 Resultados de aprendizaje.

Dado que el Doctorado en Ciencias de la Computación está orientado a la investigación, los resultados de aprendizaje están centrados en que el estudiante demuestre sus competencias como investigador en el área de conocimiento de su interés y divulgue el conocimiento adquirido a la comunidad científica, como se observa en la Tabla 7.

En la Tabla 8, se puede observar como las asignaturas y actividades que componen la estructura curricular del Programa apoyan los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 7 Resultados de aprendizaje

Acción	Objeto	Contexto	Estrategia	Nivel
Investiga	Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software o Desarrollo basado en Plataformas	Comunidad académica	Documentación del proceso y resultados de investigación	Evidencia de la sustentación de la investigación aprobada
Divulga	Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software o Desarrollo basado en Plataformas	Comunidad científica Sector productivo o social	Divulgación proceso y/o resultados de investigación	Evidencia de la publicación con la contribución del objeto de la investigación
Interactúa	Sinergias	Grupos de investigación. Redes académicas.	Pasantía de Investigación internacional.	Evidencia de un trabajo colaborativo en un tiempo mínimo de 3 meses calendario.

Tabla 8 Apoyo de la estructura curricular a los resultados de aprendizaje

Área	Acción del resultado de aprendizaje		
	Investiga	Divulga	Interactúa
Fundamentación	Ofrece las herramientas teóricas y metodológicas para realizar la investigación. (<i>Seminario de Matemáticas y Metodología de la Investigación</i>)	Ofrece aspectos relacionados con la escritura y publicación de artículos de investigación. (<i>Metodología de la Investigación</i>)	
Profundización	Ofrece los elementos teóricos y metodológicos específicos en la línea de investigación elegida por el estudiante (<i>Asignaturas electivas</i>), como apoyo para la realización de la Tesis doctoral.		

Investigación	Ofrece los espacios para la formulación de la propuesta. <i>(Propuesta de Tesis)</i> Además, ofrece el espacio para el desarrollo de la tesis. <i>(Tesis doctoral)</i>	Ofrece los espacios para sintetizar y analizar el proceso y/o resultados de investigación en un artículo científico. <i>(Publicaciones)</i> Además, permite sustentar la propuesta de la tesis y el avance de esta, ante la comunidad académica y una comisión evaluadora que verifica la contribución de la investigación al conocimiento específico. <i>(Examen de candidatura a Doctor)</i>	Ofrece los espacios para el desarrollo de habilidades interpersonales y de comunicación para presentar y recibir retroalimentación de la investigación. <i>(Seminarios de investigación)</i> También, brinda un espacio para la interacción con grupos de investigación internacionales y culturas, además, de la comunicación para presentar y recibir retroalimentación de la investigación. <i>(Pasantía de investigación)</i>
Complementación		Complementa la divulgación de aquellos productos de la investigación puedan ser transferidos a la industria o la sociedad. <i>(Seminario de Transferencia)</i>	Complementa la formación de los estudiantes por medio de: estrategias de enseñanza <i>(Formación docente)</i> y otras actividades académicas como: jurados de tesis, docencia, diseños curriculares entre otras <i>(Práctica Docente)</i> .
Requisito adicional			
Segunda lengua Nivel B1	Apoya el proceso de revisión de estado del arte de la investigación.		

3.2 Componentes pedagógicos

Las modalidades de los cursos están establecidas por el carácter del conjunto de actividades realizadas por profesores y estudiantes, teniendo en cuenta tanto las actividades con acompañamiento directo del profesor como las de trabajo independiente de los estudiantes, estas se podrán ejecutar con base en la siguiente descripción:

Como actividades con acompañamiento directo del docente, se contemplan:

- 1) Teoría: Exposición magistral o abierta (más participativa) a cargo del profesor.
- 2) Seminarios: Es un espacio de discusión, donde se rompe el esquema vertical profesor-alumno para dar lugar a que los estudiantes tomen parte activa en la búsqueda del conocimiento. La función del profesor es la de dirigir el trabajo, estableciendo los

problemas o temas a desarrollar. Los estudiantes investigan, sacan conclusiones y presentan sus resultados en la clase.

- 3) Problemas: Resolución de problemas, estudios de caso y ejercicios en clase.
- 4) Prácticas con acompañamiento: Realización de talleres o laboratorios, con la guía del profesor, en los que se ponen en práctica los conceptos teóricos vistos en clase.
- 5) Sustentaciones: Sustentación de resultados de las propuestas/proyectos formulados y/o ejecutados, u otros trabajos asignados.
- 6) Asesorías: Espacio abierto para resolver las dificultades e inquietudes que presentan los estudiantes acerca de los temas de la asignatura. Tiene un carácter individual pero eventualmente se pueden realizar en grupo.
- 7) Tutorías: Espacio de orientación y seguimiento sobre la investigación del estudiante por parte del docente asignado como su tutor.

Las actividades independientes del estudiante contemplan:

- 1) Prácticas independientes: Realización de talleres o laboratorios, sin la guía del profesor, en los que se ponen en práctica los conceptos teóricos vistos en clase.
- 2) Trabajos: Ejecución de los trabajos propuestos por el profesor, distintos de las prácticas, los cuales pueden ser: (i) formulación, ejecución o evaluación de propuestas/proyectos; y (ii) elaboración de ensayos, artículos y otros trabajos asignados por el profesor.
- 3) Estudio: Esfuerzo realizado por los estudiantes para preparar los temas de la asignatura y realizar los trabajos propuestos por el profesor distintos de las prácticas. Además, comprende el trabajo realizado para el desarrollo de la propuesta y de la tesis doctoral.

3.3 Componentes de interacción

Es vital para el Programa la creación y el sostenimiento de espacios de interacción presencial y virtual entre los miembros de la comunidad universitaria y entre éstos y sus pares académicos en el mundo. Para ello se requiere la conformación de redes, movildades, publicaciones y proyectos, cuya iniciativa parte de los docentes, quienes tiene la responsabilidad de planificar, monitorear y evaluar la colaboración de instituciones y profesores externos en la investigación; y de acuerdo con ello depurar lazos de colaboración, manteniendo aquellos que generen mayor valor de investigación a las partes.

En consonancia con lo anterior, también está la interacción entre estudiantes, que es esencial en la formación doctoral. En general los estudiantes se encuentran en los espacios de los seminarios de investigación, coloquios y reuniones de investigación de los respectivos grupos de investigación. Estos espacios facilitan la divulgación del conocimiento sobre el quehacer científico desde cada vivencia personal, la escuela de investigación de sus tutores y asesores, así como sus hallazgos personales, en especial de

los estudiantes más avanzados en la formación hacia aquellos que se encuentran en etapas anteriores de su formación.

3.3.1 Internacionalización del currículo

La internacionalización del currículo, de acuerdo con Van der Wende⁸, es un trabajo colectivo y transversal que requiere de un liderazgo político y académico compartido y comprometido con el cambio para asegurar el éxito en su implementación y evaluación.

El Programa dispone de mecanismos que promueven y apoyan (recurso financiero) la movilidad internacional de estudiantes y profesores. Además, la Universidad trabaja en la reglamentación que permita consolidar y facilitar las dobles titulaciones.

3.3.2 Competencias en una segunda lengua

El Programa ha establecido como requisito en el proceso de selección una certificación de aprobación de un examen internacional correspondiente como mínimo al nivel B1 en la escala del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas (MCER). Los aspirantes que no cuenten con la certificación presentarán un examen de suficiencia en el Departamento de Lenguas Extranjeras de la Universidad del Cauca. En caso de que no satisfagan el nivel exigido podrán ser aceptados, pero dispondrán de un año para cumplir este requisito, según el artículo 19 del Acuerdo 022 de 2013 (Apéndice 3.01). Una certificación en el mismo tenor hace parte de los requisitos académicos de grado.

Adicional a lo anterior, las consultas y lecturas habitualmente se realizan en otro idioma tanto en asignaturas regulares como electivas; y durante el desarrollo de la tesis doctoral prácticamente la totalidad de los artículos y literatura gris en los que se basan las revisiones sistemáticas de literatura y marcos teóricos están en un idioma diferente al español, de modo que resulta un ejercicio habitual para docentes y estudiantes el trabajar con esta clase de materiales.

3.4 Conceptualización teórica del Programa

El programa de Doctorado en Ciencias de la Computación tiene como principal objetivo formar profesionales con capacidades autónomas de investigación y desarrollo de soluciones a los problemas de la sociedad, con capacidad de trabajar multidisciplinariamente en entornos complejos, brindando soluciones originales e innovadoras que permiten el avance en diferentes campos como educación, salud, organizaciones, seguridad e información, entre otros.

La formación en las Ciencias de la Computación plantea un reto importante de actualización constante, debido a su naturaleza evolutiva que permite el surgimiento acelerado de nuevas tecnologías computacionales, aunado a la posibilidad de aplicar teorías, técnicas y herramientas en forma transversal a gran parte de las actividades del ser humano.

Por lo anterior, la fundamentación teórica se centra en los siguientes principios generales:

⁸ Van der Wende, M. (1996). Internationalizing the curriculum in higher education. Report on an OECD/CERI Study. Tertiary Education and Management, 2 (2), 186-195.

- a) Capacidad de adaptación: la rigurosidad en el proceso de investigación científica contribuye a su validez y confiabilidad. Por lo tanto, la importancia de fortalecer la capacidad de los estudiantes para adaptar metodologías y tecnologías existentes, con el fin de aprovechar sus ventajas en la construcción de propuestas sólidas de investigación, que contribuyan a la resolución de problemas del contexto.
- b) Aprendizaje Permanente: la generación de conocimiento científico de manera permanente que contribuya al desarrollo e innovación. Por esto es imprescindible, promover el aprendizaje autónomo y continuo por parte del estudiante, de manera que amplíe y actualice su formación en los paradigmas de Ciencias de la Computación, tanto en aspectos teóricos, como metodológicos y tecnológicos.
- c) Flexibilidad: la capacidad de adaptar el currículo a las necesidades de los estudiantes optimiza su aprendizaje. Por lo tanto, la existencia de diversas asignaturas relacionadas con áreas de conocimiento como: sistemas inteligentes, gestión de la información, ingeniería de software, desarrollo basado en plataformas y enfocadas en los requerimientos de los diferentes sectores de aplicación, incluyendo la industria, el gobierno y las mismas instituciones de educación superior, contribuye al enriquecimiento del aprendizaje y por ende a la mejora de la calidad del Programa.
- d) Interdisciplinariedad: las Ciencias de la Computación han demostrado su aplicabilidad y soporte al desarrollo y evolución de otras disciplinas del conocimiento. Por lo tanto, la importancia de fomentar la interdisciplinariedad en la aplicación de conocimientos en diferentes áreas de actuación.

En el Programa se desarrollan proyectos enmarcados en las áreas de investigación de Sistemas Inteligentes, Gestión de Información, Ingeniería de Software y Desarrollo basado en Plataformas, que son cultivadas por los dos grupos de investigación que soportan el doctorado.

3.5 Mecanismos de evaluación

El Programa ha definido como mecanismos de evaluación con respecto a los resultados de aprendizaje los que se presentan en la Tabla 9. Además, unos hitos durante el desarrollo del Programa que permiten hacer seguimiento al estudiante en el curso de lograr estos resultados de aprendizaje.

Tabla 9 Mecanismos de evaluación

Acción del RA	Mecanismo de evaluación	Hitos de seguimiento
Investiga	Aprobación de sustentación de la Tesis doctoral.	Aprobación de: <ul style="list-style-type: none">• Propuesta de tesis.• Examen de candidatura a doctor. Seguimiento semanal del director de la tesis.

Acción del RA	Mecanismo de evaluación	Hitos de seguimiento
Divulga	Publicaciones con relación al objeto de la investigación, entre las cuales debe publicar por lo menos un artículo en una revista indexada mínimo en categoría B o A ante Minciencias.	Avances en la elaboración de artículos relacionados con la tesis doctoral revisados por el director de la tesis.
Interactúa	Realización de la Pasantía de Investigación internacional en un tiempo mínimo de tres (3) meses calendario.	Definición de las actividades a realizar durante la Pasantía de Investigación internacional.

3.5.1. Estrategias de medición y seguimiento

Las asignaturas obligatorias y electivas del programa de Doctorado que apoyan el proceso para el logro de los resultados de aprendizaje utilizan las siguientes estrategias de evaluación:

- Cursos teóricos: (i) exámenes teóricos. (ii) sustentación de trabajos en clase y entrega de informe escrito. (iii) desarrollo de talleres. (iv) exposiciones en clase.
- Cursos teórico-prácticos: (i) exámenes teóricos. (ii) sustentación de trabajos en clase y entrega de informe escrito. (iii) desarrollo de talleres. (iv) exposiciones en clase. (v) prácticas de laboratorio. (vi) proyectos de clase.

El proyecto de clase consiste en un trabajo final de la asignatura donde el estudiante profundiza y aplica los temas vistos en clase, temas de investigación o consulta en la solución de un problema real de interés académico, o de beneficio para la comunidad.

En lo posible las evaluaciones deben centrarse en aplicar a la tesis de doctorado los conceptos teóricos y prácticos vistos en clase o investigados, para permitir que el estudiante pueda avanzar en el desarrollo de su tesis.

Las tesis del Doctorado en Ciencias de la Computación se rigen por el reglamento de los programas de posgrado, según lo estipulado en el Título IX del Acuerdo 022 de 2013 (Apéndice 3.01). Esta tesis se debe desarrollar de forma individual y su elaboración, contempla las siguientes etapas:

1. Elaboración de la propuesta de Tesis de Doctorado.
2. Sustentación y trámite de aprobación del Examen de candidatura a Doctor.
3. Ejecución o desarrollo de la Tesis de Doctorado.
4. Presentación y defensa de la Tesis de Doctorado.

La Propuesta de tesis la evalúa el director, asignando *En curso* cuando el estudiante tenga avance en el desarrollo de la propuesta de acuerdo con los objetivos planteados para el semestre. Cuando a criterio del director, la propuesta de tesis se encuentre terminada asignará *Aprobada* en el sistema académico. Cuando el estudiante haya matriculado dos veces la actividad de propuesta de tesis y a criterio del director no esté terminada asignará *No Aprobada* y el estudiante deberá empezar una nueva propuesta de tesis.

El Examen de Candidatura a Doctor se evalúa con una defensa pública de la propuesta de tesis de doctorado y los avances obtenidos en el cumplimiento de los objetivos, ante un jurado nombrado por el Comité de Programa, y su resultado será Aprobado o No aprobado. El jurado, compuesto por tres pares con título de Doctor (dos internos y uno externo a la Universidad del Cauca); quienes evaluarán: (i) la calidad y pertinencia del tema propuesto, (ii) el dominio del aspirante de las áreas de conocimiento involucradas en su tesis de doctorado, y iii) los avances parciales obtenidos a la fecha de la presentación oral. Si la nota es *Aprobado*, el estudiante adquirirá la condición de candidato a doctor. Si la nota es *No Aprobado*, tendrá un plazo máximo de seis (6) meses para presentarlo de nuevo.

El proceso de sustentación de la tesis de doctorado sólo podrá iniciarse cuando a juicio de su Director, esta haya cumplido las condiciones de entrega establecidas en la Propuesta de la tesis de doctorado y la monografía con sus anexos estén completamente terminados. El Comité de Programa del Doctorado propondrá los nombres de los jurados, quienes serán tres (3) profesores con título de Doctor y al menos uno de éstos debe ser externo a la institución. El jurado evaluará la calidad y pertinencia de la investigación realizada, la calidad de los resultados obtenidos y el dominio del candidato en los temas involucrados en su trabajo de investigación. Su calificación será *Aprobada*, *Aprobada con observaciones*, *Aplazada*, o *No Aprobada*, según concepto unánime de los miembros del jurado.

El proceso de evaluación del Examen de Candidatura a Doctor y de la sustentación de la tesis de doctorado, se describe en el Reglamento específico del programa de Doctorado en Ciencias de la Computación (Ver Apéndice 3.03).

3.5.2. Requisitos y opciones de grado.

Para tener derecho a grado, y optar al título de Doctor en Ciencias de la Computación, los estudiantes deben cumplir los siguientes requisitos académicos:

- a) Aprobar las asignaturas y demás actividades del programa de Doctorado en Ciencias de la Computación, habiendo obtenido un mínimo de ciento cinco (105) créditos.
- b) Presentar una certificación expedida por una entidad reconocida por la Universidad del Cauca, en la que demuestre capacidad de comprensión y expresión en una lengua extranjera como mínimo al nivel B1 en la escala del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas (MCER).
- c) Presentar y aprobar la Tesis de Doctorado, consistente en un trabajo de investigación que efectúe una contribución original y significativa para el avance de la ciencia y/o la tecnología en la línea de investigación elegida.
- d) Haber cumplido con los demás requisitos establecidos en el reglamento de posgrado de la Universidad del Cauca Acuerdo 022 de 2013 (Apéndice 3.01) y el Reglamento Específico del Programa (Apéndice 3.03).

- e) Haber cursado en la Universidad del Cauca por lo menos el 60% de los créditos académicos correspondientes a asignaturas y seminarios, según lo estipulado en el Artículo 29 del Acuerdo 022 de 2013 (Apéndice 3.01).

4 Organización de actividades académicas y proceso formativo

La organización por créditos del programa de Doctorado en Ciencias de la Computación se rige por el decreto 1075 de 2015, donde define que los créditos académicos son la unidad de medida del trabajo académico para expresar todas las actividades que hacen parte del plan de estudios que deben cumplir los estudiantes. Además, se define que un crédito académico equivale a cuarenta y ocho (48) horas de trabajo académico del estudiante, que comprende las horas Presenciales y las horas No Presenciales que el estudiante debe dedicar a la realización de actividades de estudio, prácticas u otras que sean necesarias para alcanzar las metas de aprendizaje. Además, en este decreto se define que de acuerdo con la metodología del Programa y conforme al nivel de formación, las Instituciones de Educación Superior deben discriminar las horas Presenciales y las horas No Presenciales.

Actividades Presenciales. En todo el currículo los profesores desarrollan los contenidos de modo que el estudiante reflexione en forma crítica sobre ellos, además, se desarrollan los contenidos sobre temas avanzados de la computación. Estas actividades comprenden:

- a) Teoría: Abordada por los profesores de tal manera que los estudiantes reconozcan los conceptos de manera crítica y reflexiva. La estructura de los currículos apunta a alcanzar objetivos de aprendizaje directamente relacionados con el área que se aborde. Con esta base, los estudiantes obtienen un conocimiento avanzado de los temas para cultivar la capacidad de crear nuevo conocimiento en las áreas de la computación.
- b) Seminarios: Es un espacio de discusión, donde se rompe el esquema vertical profesor-estudiante para dar lugar a uno horizontal, en el cual los estudiantes toman parte activa en la búsqueda del conocimiento. La función del profesor es la de dirigir el trabajo, estableciendo los problemas o temas a desarrollar. Los estudiantes investigan, sacan conclusiones, presentan y sustentan resultados de los trabajos asignados.
- c) Problemas: Los estudiantes no se limitarán a reconocer conceptos sino a aplicarlos en solución de problemas, en el análisis de situaciones relacionadas con el concepto y la evaluación de los problemas revisados. Además, para reforzar los conceptos se pueden aplicar estudios de caso y ejercicios en clase.
- d) Prácticas de laboratorio con acompañamiento: Realización de talleres o laboratorios, con la guía del profesor, donde los estudiantes ponen en práctica los conceptos teóricos vistos en clase.
- e) Asesorías: Espacio abierto para resolver las dificultades e inquietudes que presentan los estudiantes acerca de los temas de la asignatura. Tiene un carácter individual pero eventualmente se puede realizar en grupo.
- f) Tutorías: Es fundamental en el desarrollo de la tesis de doctorado, por lo cual, los estudiantes tendrán por lo menos dos (2) horas de acompañamiento de tutoría a la semana con su tutor o tutores asignados.

Actividades No Presenciales. Estas actividades incluyen las siguientes:

- a) Prácticas independientes: Realización de talleres, laboratorios o trabajos, sin la guía del profesor, en los que se ponen en práctica los conceptos teóricos vistos en clase.
- b) Estudio: Esfuerzo realizado por los estudiantes para preparar los temas de la asignatura y realizar los trabajos propuestos por el profesor distintos de las prácticas. Además, el tiempo dedicado a la elaboración de la propuesta y al desarrollo de la tesis doctoral.

La distribución de Horas de Actividades Presenciales (HAP) y de Horas de Actividades No Presenciales (HANP) para las actividades y asignaturas, con el plan de estudios sugerido se muestra en Tabla 10. Como cada electiva tiene su propia distribución para las HAP y las HANP, esta distribución se muestra en la Tabla 12.

Tabla 10 Distribución de HAP y HANP por área de formación

Área de Formación	Semestre	Asignatura o Actividad	Horas Actividades Presenciales (HAP)					Horas Actividades No Presenciales (HANP)			Horas Totales	Créditos	
			Teoría	Seminarios	Problemas	Prácticas	Tutorías	TOTAL	Prácticas	Estudio			TOTAL
Fundamentación	I	Metodología de Investigación	14	4	0	18		36	74	34	108	144	3
		Seminario de Matemáticas	20	0	10	6		36	38	70	108	144	3
SUBTOTAL ÁREA FUNDAMENTACIÓN			34	4	10	24		24	112	104	216	288	6
Investigación	II	Seminario de Investigación 1	0	18	0	0		18	0	30	30	48	1
	III	Seminario de Investigación 2	0	18	0	0		18	0	30	30	48	1
	IV	Seminario de Investigación 3	0	18	0	0		18	0	30	30	48	1
	II, III	Propuesta de Tesis					88	88		488	488	576	12
	IV	Examen de Candidatura					44	44		244	244	288	6
	IV, VI	Pasantía de Investigación						44		388	388	432	9
	III, V, VII	Publicaciones						66		366	366	432	9
	V...VIII	Tesis Doctoral					264	264		1800	1800	2064	43
SUBTOTAL ÁREA							560		3376	3936	82		
Complementación	I	Formación Docente	6	2	0	4		12	24	12	36	48	1
	II, III	Práctica Docente						0		288	288	288	6
	VI	Seminario de Transferencia	10	0	3	5		18	5	25	30	48	1
SUBTOTAL ÁREA							30		354	384	8		
Profundización	I, II	Electiva 1						36			108	144	3

	I, II	Electiva 2					36			108	144	3
	I, II	Electiva 3					36			108	144	3
SUBTOTAL AREA							108			324	432	9
GRAN TOTAL							770			4270	5040	105

4.1 Créditos por áreas

Las asignaturas de fundamentación y de profundización tienen tres (3) créditos académicos, que corresponden a 36 horas Presenciales y 108 horas No Presenciales. Además, para cada asignatura se establece el tipo e intensidad horaria de las actividades de acuerdo con el Modelo Pedagógico establecido para este Programa. En general, las asignaturas contemplan una intensa participación de los estudiantes mediante actividades de revisión bibliográfica y/o trabajo práctico. La relación de áreas, componentes y créditos, para los elementos curriculares del plan de estudios se describe en la Tabla 11.

Tabla 11 Cantidad de créditos por área de formación

Área	Componente	Créditos		Total Créditos Obligatorios	%Créditos Obligatorios
		Obligatorios	Flexibles		
Fundamentación	Metodología de la Investigación	3	0	6	5.7
	Seminario de Matemáticas	3	0		
Profundización	Electiva 1	3	0	9	8.6
	Electiva 2	3	0		
	Electiva 3	3	0		
Investigación	Seminario de Investigación 1, 2 y 3	3	0	82	78.1
	Propuesta de Tesis	12	0		
	Examen de Candidatura	6	0		
	Tesis Doctoral	43	0		
	Pasantía de Investigación	9	0		
	Publicaciones	9	3		
Complementación	Formación Docente	1	0	8	7.6
	Práctica Docente	6	0		
	Seminario de Transferencia	1	0		
TOTAL		105	3	105	100.0

El área de investigación comprende un total de ochenta y dos (82) créditos y un máximo de ochenta y cinco (85) créditos que corresponde como mínimo al 78,1% del total de créditos del plan de estudios del Doctorado, acorde con lo estipulado en el artículo 8 del Acuerdo 022 de 2013 (Apéndice 3.01)

Tabla 12 Distribución HAP y HANP para las electivas que ofrece el Programa

Asignaturas	Horas Actividades Presenciales (HAP)					Horas Actividades No Presenciales (HANP)			Horas Totales	Créditos
	Teoría	Seminarios	Problemas	Prácticas	TOTAL	Prácticas	Estudio	TOTAL		
Metodología de la Investigación	14	4	0	18	36	74	34	108	144	3
Seminario de Matemáticas	20	0	10	6	36	38	70	108	144	3
Seminario de Investigación 1, 2 y 3	0	18	0	0	18	0	30	30	48	1
Seminario de Transferencia	10	0	3	5	18	5	25	30	48	1
Formación Docente	6	2	0	4	12	24	12	36	48	1
Minería de Datos	18	8	0	10	36	40	68	108	144	3
Recuperación de la Información	20	14	2	0	36	16	92	108	144	3
Optimización Usando MetaHeurísticas	22	6	8	0	36	48	60	108	144	3
Optimización multi y de muchos objetivos	18	12	0	6	36	52	56	108	144	3
Tópicos avanzados en algoritmos meméticos	22	6	8	0	36	32	76	108	144	3
Bodegas de datos y OLAP	16	6	6	8	36	48	60	108	144	3
Tópicos avanzados en bodegas de datos	21	10	5	0	36	0	108	108	144	3
Web Semántica	18	4	0	14	36	68	40	108	144	3
Internet de las Cosas	14	0	2	20	36	74	34	108	144	3
Sistemas tutores inteligentes	18	10	0	8	36	48	60	108	144	3
Sistemas Multi-agente	20	8	0	8	36	48	60	108	144	3
Computación Suave	28	0	0	8	36	44	64	108	144	3
Metodologías ágiles para la gestión de proyectos en el desarrollo de software	22	11	3	0	36	0	108	108	144	3
Aprendizaje de máquina en bioinformática	24	12	0	0	36	54	54	108	144	3
Sistemas de recuperación de imágenes basada en contenido	12	12	8	4	36	48	60	108	144	3
Reconocimiento de patrones en bases de datos Multimediales	11	9	14	2	36	52	56	108	144	3

4.2 Créditos por semestre

La cantidad de créditos por semestre oscila entre trece (13) y catorce (14) como se observa en la Tabla 13; del primer al cuarto semestre el estudiante debe cumplir con trece (13) créditos en cada uno, lo que equivale a una dedicación de treinta y nueve (39) horas semanales por las dieciocho (18) semanas del semestre; y del quinto al octavo cuando se va a dedicar a realizar su tesis/ de doctorado son catorce (14) créditos que corresponden a una dedicación de cuarenta y dos (42) horas por semana.

Tabla 13 Distribución de créditos por semestre

Semestre	Asignatura o Actividad Académica	Obligatorio	Electivo	Opcional	Créditos por Semestre
I	Metodología de la Investigación	3			13
	Seminario de Matemáticas	3			
	Electiva 1		3		
	Electiva 2		3		
	Formación Docente	1			
II	Electiva 3		3		13
	Propuesta de Tesis	6			
	Seminario de Investigación 1	1			
	Práctica Docente	3			
III	Propuesta de Tesis	6			13
	Seminario de Investigación 2	1			
	Práctica Docente	3			
	Publicaciones	3			
IV	Examen de Candidatura	6			13
	Seminario de Investigación 3	1			
	Pasantía de Investigación	6			
V	Tesis Doctoral	11			14
	Publicaciones	3			
VI	Tesis Doctoral	10			14
	Seminario de Transferencia	1			
	Pasantía de Investigación	3			
VII	Tesis Doctoral	11			14
	Publicaciones	3			
VIII	Tesis Doctoral	11			14
	Publicaciones			3	
Total Créditos Requeridos		96	9		105
% Total Requeridos		91.4	8.6		100.0
Total Créditos del Programa		96	9	3	108
% Total Créditos del Programa		88.9	8.3	2.8	100.0

4.2.1 Número de créditos obligatorios.

El programa de Doctorado cuenta con 96 créditos obligatorios distribuidos así:

- a) Asignaturas de fundamentación, 6 créditos.

- b) Seminarios de investigación, 3 créditos.
- c) Propuesta de doctorado, 12 créditos.
- d) Examen de Candidatura, 6 créditos.
- e) Tesis de doctorado, 43 créditos.
- f) Pasantía de investigación, 9 créditos.
- g) Publicaciones, 9 créditos.
- h) Formación docente, 1 crédito.
- i) Práctica docente, 6 créditos.
- j) Seminarios de transferencia, 1 crédito.

4.2.2 Número de créditos electivos.

Los créditos electivos del Programa son nueve (9) y se encuentran distribuidos en las asignaturas de profundización (3 créditos), para lo cual se dispone de dieciséis (16) asignaturas que ofrecen los docentes que pertenecen a los grupos de investigación que soportan el doctorado, las cuales se relacionan a continuación:

- a) Minería de datos: Conocer, comprender las técnicas básicas de minería de datos y saber cómo se aplican en problemas concretos de extracción de conocimiento útil para el análisis y la toma de decisiones.
- b) Recuperación de la información: Conocer, comprender y saber cómo aplicar conceptos modernos de recuperación de información en la búsqueda web y en otro tipo de sistemas de información.
- c) Optimización usando metaheurísticas: Conocer, comprender y aplicar diferentes estrategias generales o enfoques metaheurísticos de solución de problemas de optimización binaria, real y combinatoria.
- d) Optimización multi y de muchos objetivos: Entender, formular y resolver problemas de optimización multi y de muchos objetivos con algoritmos del estado del arte que tienen diferentes enfoques de solución.
- e) Tópicos avanzados en algoritmos meméticos: Profundizar en el campo de los algoritmos meméticos estudiando diferentes esquemas de selección, cruce, mutación y reemplazo de la población; y algoritmos de búsqueda local apropiados para problemas continuos y binarios.
- f) Bodegas de datos y OLAP: Conocer y profundizar el uso de las Bodegas de Datos como una tecnología de almacenamiento de información, estudiando el proceso del ciclo de vida de esta. Además, conocer herramientas OLAP, y entender cómo realizar el análisis de la información que se encuentra en la bodega de datos.
- g) Tópicos avanzados en bodegas de datos: Conocer y profundizar en tópicos avanzados de investigación en Bodegas de datos, dando especial énfasis a los diferentes tipos de modelado, metodologías para el modelamiento y construcción, y temas de calidad de los datos en un proyecto de Bodegas de datos.
- h) Web Semántica: Manejar los conceptos básicos de la Web Semántica como: XML, RDF, OWL, SPARQL, entre otras, así como construir ontologías haciendo uso de los lenguajes y herramientas ontológicas más representativas. Adicionalmente, se desea que el estudiante sea capaz de diseñar y construir aplicaciones orientadas a la Web Semántica.

- i) Internet de las Cosas [IoT]: Diseñar, desarrollar e implementar prototipos y aplicaciones semánticas para Internet de las Cosas. Adicionalmente, ampliar los conocimientos de los estudiantes para el desarrollo de aplicaciones software que integren hardware como tarjetas de desarrollo, sensores y actuadores, además de conocimientos básicos de electrónica y la Web semántica de las Cosas. Ampliando la posibilidad de brindar soluciones integrales a los problemas reales de la vida cotidiana a través del desarrollo de productos y servicios de la IoT.
- j) Sistemas tutores inteligentes: Aborda el desarrollo de los sistemas de tutoría inteligente, sus objetivos y fundamentos. Esta asignatura hará que el alumno aplique, adapte y extienda los conocimientos adquiridos en asignaturas relacionadas al dominio concreto de los sistemas inteligentes aplicados al dominio de educación.
- k) Sistemas Multi-agente: Tópico avanzado de técnicas y modelos actuales para la resolución de problemas utilizando Sistemas Multi-Agente e Inteligencia Artificial Distribuida. Se introducen las nociones de agentes inteligentes, arquitecturas, modelos, negociación, modelos de comunicación entre agentes y estándares.
- l) Computación Suave: Conocer y comprender qué enfoque de computación suave es el apropiado para resolver problemas reales y complejos de la actualidad.
- m) Metodologías ágiles para la gestión de proyectos en el desarrollo de software: Conocer, comprender y aplicar de forma práctica técnicas y prácticas más utilizadas de las metodologías de desarrollo ágil.
- n) Aprendizaje de máquina en bioinformática: Visión general de las técnicas de aprendizaje de máquina más usadas en el campo de la bioinformática, como estrategia de solución para algunos de los problemas de mayor interés práctico.
- o) Sistemas de recuperación de imágenes basada en contenido: Conceptos de los sistemas de recuperación de imágenes basada en contenido que permiten recuperar imágenes digitales a partir de atributos visuales mediante la revisión de la arquitectura, las técnicas utilizadas y las características más importantes en este tipo de sistemas.
- p) Reconocimiento de patrones en bases de datos Multimediales: Conceptos teóricos y algoritmos clásicos utilizados para resolver problemas de reconocimiento de patrones a partir de datos sensoriales almacenados en bases de datos multimedia aplicables a problemas específicos.

Además, las maestrías de la FIET ofrecen 31 electivas, de las cuales, los estudiantes pueden matricular hasta dos electivas dependiendo de las necesidades del tema de investigación, basado en el artículo 26 del Acuerdo 022 de 2013 (Apéndice 3.01), y como parte de la flexibilidad que ha establecido la Universidad del Cauca.

5 Investigación en el Programa

Para enfocar las actividades de investigación llevadas a cabo en el Programa se ha identificado un conjunto inicial de líneas propuestas por los grupos que soportan el Doctorado. Este conjunto de líneas puede modificarse en función de los resultados de los contactos con otros grupos de investigación y la dinámica de las propias actividades.

La formación del Programa brindará al estudiante las herramientas necesarias para desarrollar sus competencias investigativa, de análisis crítico y de comunicación con la comunidad académica de la siguiente manera:

- a) Curso de Metodología de la Investigación: Brinda conceptos básicos y prácticos sobre cómo realizar investigación con un enfoque en la revisión de la literatura.
- b) Seminario de Investigación: Encontrará un espacio para integrarse a los grupos de investigación, para interactuar con sus integrantes y someter sus avances a la opinión de investigadores locales y visitantes, así como de los otros estudiantes en formación, tanto locales como visitantes.
- c) Pasantías de Investigación: Espacio para avanzar en el proceso investigativo, acceder a laboratorios y al conocimiento de grupos especializados en su área de investigación. Además, le permitirá conocer otras escuelas de pensamiento científico, desarrollar habilidades de trabajo con grupos externos a la Universidad del Cauca y crear sus propias redes académicas y de investigación.
- d) Publicaciones: Oportunidad de someter a evaluación de la comunidad científica los resultados de la investigación en revistas y conferencias nacionales e internacionales especializadas en las temáticas de investigación del estudiante.
- e) Propuesta de Tesis: Evaluada por investigadores expertos en el tema, le ayudará a discernir si el camino tomado en la resolución de un problema en particular es el correcto, lo cual incluye el planteamiento del problema, las hipótesis, los hallazgos preliminares y la forma en que está planeado el desarrollo experimental para validar las hipótesis.
- f) Examen de candidatura: Defensa pública de la propuesta de tesis y avance en la investigación, ante una comisión evaluadora conformada por tres (3) jurados (dos internos y uno externo).
- g) Tesis Doctoral: El candidato a Doctor deberá realizar un aporte importante a la ciencia, y su trabajo ser reconocido a nivel mundial. Su trabajo será evaluado por medio de los créditos por publicaciones internacionales y finalmente, por medio de la sustentación de los resultados de su investigación ante jurados expertos.

5.1 Grupos de investigación que apoyan al Programa

La información de las áreas de investigación específicas cultivadas por los grupos de investigación que soportan el programa de Doctorado, enmarcadas en el campo de las ciencias de la computación se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14 Grupos de investigación que apoyan el Doctorado en Ciencias de la Computación

Grupo de Investigación	Clasificación MinCiencias (Convocatoria 894 de 2021)	Áreas de ciencias de la computación (Áreas de investigación del grupo)
Grupo de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información (GTI)	A https://gti.unicauca.edu.co/gti/	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas Inteligentes (Inteligencia computacional) • Gestión de Información (Gestión de la Información y el conocimiento) • Ingeniería de Software (Ingeniería del Software y Tecnologías web) • Desarrollo basado en Plataformas (Tecnologías de la Información)
Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional (GICO)	B https://www.unicauca.edu.co/gico/	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas Inteligentes (Inteligencia Artificial y Educación) • Gestión de Información (Ciencia de datos) • Ingeniería de Software (Información y tecnología)

5.2 Docentes investigadores que hacen parte del Programa

El Programa cuenta con nueve (9) investigadores clasificados ante MinCiencias, seis (6) están adscritos al Grupo I+D en Tecnologías de la Información (GTI), y tres (3) al Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional (GICO), los cuales se relacionan en la Tabla 15.

Tabla 15 Docentes investigadores del Doctorado en Ciencias de la Computación

Investigador	Clasificación MinCiencias (Convocatoria 894 de 2021)	Grupo de Investigación	CvLAC
Carlos Alberto Cobos Lozada	Senior	GTI	https://rb.gy/4711ge
Carolina González Serrano	Senior	GICO	https://rb.gy/7r9ivu
César Jesús Pardo Calvache	Senior	GTI	https://rb.gy/w68942
Hugo Armando Ordóñez Eraso	Senior	GTI	https://rb.gy/ar7bwk
Luz Marina Sierra Martínez	Junior	GTI	https://rb.gy/llaqx2
Martha Eliana Mendoza Becerra	Senior	GTI	https://rb.gy/vm63vq
Miguel Ángel Niño Zambrano	Asociado	GTI	https://rb.gy/2pdmji
Néstor Díaz Mariño	Junior	GICO	https://rb.gy/ha626e
Sandra Milena Roa Martínez	Junior	GICO	https://rb.gy/iim60e

6 Articulación con el Entorno

El impacto que se espera de la formación de los graduados en el Doctorado en Ciencias de la Computación es el desarrollo de proyectos y relaciones empresariales que generen bienes y servicios, teniendo en cuenta que las Ciencias de la Computación pueden proveer soluciones transversales en todos los campos, ya sea creando aplicaciones innovadoras para las empresas, soluciones que faciliten el acceso a la salud y a las instituciones públicas, software que incentive el aprendizaje en escuelas y colegios o la utilización de recursos de manera responsable con aplicaciones que ayuden a su conservación y monitoreo, entre otros campos de aplicación.

Con la formación de doctores calificados, el Programa promueve el desarrollo del capital humano de la región y del país. La gente de la región puede potenciar sus habilidades y capacidades para servir a muchas necesidades del entorno, lo cual incrementa un flujo económico y mejores oportunidades para la región y el país. Adicionalmente, el Doctorado en Computación, se convierte en una oportunidad para la juventud de la región, incrementando la formación de alto nivel del capital humano.

El plan de estudios del Programa tiene diferentes espacios de formación que apoyan la articulación con la comunidad científica, entre los cuales cabe resaltar la Pasantía de investigación y las Publicaciones nacionales e internacionales.

6.1 Movilidad académica

La Universidad del Cauca, por medio de la Oficina de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales (ORII), define movilidad académica de la siguiente manera: “*En una movilidad académica, los estudiantes, profesores, investigadores y administrativos de la Universidad del Cauca, pueden realizar intercambios académicos de pregrado o posgrado, estancias y cursos cortos, prácticas de laboratorio e investigaciones conjuntas*”. La ORII dispone de una base de datos de convenios nacionales e internacionales⁹ para facilitar la cooperación de intercambios y proyectos conjuntos.

En cuanto a cursos, el Programa permite a los estudiantes tomar, con autorización de su director, hasta seis (6) créditos en cursos o asignaturas ofrecidas por programas de otra Institución de Educación Superior nacionales o internacionales.

Además, el plan de estudios del Programa exige la realización de una Pasantía de Investigación de parte del estudiante a nivel internacional, por un período de mínimo tres (3) meses a tiempo completo.

⁹ <https://www.unicauca.edu.co/orii/es/convenios>

7 Planta Docente

El listado de docentes que prestan sus servicios al programa de Doctorado en Ciencias de la Computación se presenta en la Tabla 16, indicando el título de doctorado, el tipo de vinculación con la Universidad, su escalafón docente, la dedicación que tiene con la Universidad, la unidad académica y el grupo de investigación al que pertenecen.

Todos los profesores cuentan con titulación académica acorde con la naturaleza del Programa, tienen vinculación de Planta de la Universidad y son de dedicación tiempo completo. Las actividades de docencia, dirección, codirección y evaluación son asignadas a la labor docente de cada profesor teniendo en cuenta los criterios institucionales para tal fin. También se puede apreciar que todos los docentes se encuentran vinculados de manera activa a los grupos de investigación que dan soporte al programa de Doctorado.

Tabla 16 Información Académica profesores del Programa

Nombre	Título	Vinculación	Escalafón	Dedicación	Unidad Académica	Grupo de Investigación
Carlos Alberto Cobos Lozada	Doctor en Ingeniería - Sistemas y Computación	P	Titular	TC	DS	GTI
Carolina González Serrano	Doctora en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	P	Titular	TC	DS	GICO
César Jesús Pardo Calvache	Doctor en Tecnologías Informáticas Avanzadas	P	Titular	TC	DS	GTI
Hugo Armando Ordóñez Eraso	Doctor en Ingeniería Telemática	P	Asociado	TC	DS	GTI
Luz Marina Sierra Martínez	Doctora en Ingeniería Telemática	P	Titular	TC	DS	GTI
Martha Eliana Mendoza Becerra	Doctor en Ingeniería - Sistemas y Computación	P	Titular	TC	DS	GTI
Miguel Ángel Niño Zambrano	Doctor en Ingeniería Telemática	P	Titular	TC	DS	GTI
Néstor Díaz Mariño	Doctor en Ingeniería, Área de Énfasis: Ciencia de la Computación	P	Titular	TC	DS	GICO
Sandra Milena Roa Martínez	Doctora en Ciencias de la Información	P	Titular	TC	DS	GICO
P: Planta. TC: Tiempo Completo. DS: Departamento de Sistemas						

La dedicación actual de los profesores al Programa se presenta en la Tabla 17, la cual va cambiando, dependiendo de las asignaturas que ofrezca cada docente por período académico y las direcciones de tesis que tenga a su cargo.

Tabla 17 Dedicación de los Profesores al Programa de Doctorado

Nombre	Vinculación	Dedicación	Dedicación
Carlos Alberto Cobos Lozada	P	TC	28%
Carolina González Serrano	P	TC	18%
Cesar Jesús Pardo Calvache	P	TC	35%
Hugo Armando Ordóñez Eraso	P	TC	20%
Luz Marina Sierra Martínez	P	TC	0%
Martha Eliana Mendoza Becerra	P	TC	30%
Miguel Ángel Niño Zambrano*	P	TC	0%
Néstor Díaz Mariño	P	TC	6%
Sandra Milena Roa Martínez	P	TC	0%
P: Planta TC: Tiempo Completo *Profesor se encuentra disfrutando de su periodo sabático.			

Adicional a las labores de docencia, dirección, codirección y evaluación de los profesores, se tiene en cuenta el nombramiento de dos (2) profesores para integrar el Comité de Programa y un Coordinador de Programa, según los artículos 10 y 11 del Acuerdo 052 de 2015 (Apéndice 7.01), que establece la Estructura y el Reglamento de los programas de posgrados, de tal forma, que la dedicación de los profesores al Doctorado oscila entre 0% y 35% dependiendo de la cantidad de tesis a su cargo. La Universidad del Cauca, reconoce a un profesor la dirección de máximo cuatro (4) tesis simultáneamente de una misma cohorte y hasta un máximo de seis (6) simultáneamente de todo el Programa, según el Acuerdo 022 de 2013, parágrafo del capítulo 31 (Apéndice 3.01).

Según las necesidades de las tesis de Doctorado en relación con otras áreas del conocimiento, se puede contar con docentes externos a los grupos de investigación GTI y GICO, con formación de doctor, que por su área de trabajo y experiencia se consideren idóneos para apoyar la codirección o co-tutoría de estas, previo concepto favorable del Comité de Programa. Un estudiante siempre deberá contar en la dirección de un profesor de planta de la Universidad del Cauca.

Para la codirección, asesoría, tutoría de pasantía y evaluación por parte de profesores externos a los grupos de investigación GTI y GICO, se cuenta con el apoyo de grupos de investigación nacionales e internacionales, lo cual favorecerá el desarrollo de planes de cooperación e intercambio de docentes y estudiantes, beneficiando de manera importante la calidad investigativa del Programa. En el Anexo 1, se presenta el listado de estos grupos de investigación a nivel nacional e internacional.

8 Medios Educativos

8.1 Bibliografía específica para el Programa

En particular, el Programa de Doctorado en Ciencias de la Computación soporta las actividades curriculares en recursos digitales disponibles en la biblioteca como son: American Academy of Pediatrics, Ambientalex, Access Medicina, Access Surgery, Access Padiatrics, Biblioteca Digital Magisterio, CENGAGE Learning, Cochrane, Dynamos, E-LIBRO, Gestión Humana, IEEE, InCites Benchmarking & Analytics, ENDNOTE Online, JAMA, Journal Citations Reports, JSTOR, LEYEX.INFO, Multilegis, McGraw-Hill Medical, Naxos Music Library, Nature, Oxford University Press, Sage Journals, Sage Knowledge, Scopus, Science Direct, Sheet Music Now, Springer Link, Taylor & Francis Online, Virtual Pro, Web of Science y EBSCO.

Adicional a la información que hoy está disponible como Open Access en diferentes revistas y servicios gratuitos de información científica. La bibliografía de uso específico (Anexo 02), es accesible por medio del servicio de bibliotecas y algunos títulos están disponibles en los espacios de los grupos de investigación que soportan al Programa.

8.2 Recursos bibliográficos digitales

Se cuenta con recursos bibliográficos disponibles en formato digital, (Anexo 03), por medio de las bases de datos virtuales de la Universidad del Cauca y los grupos de investigación que apoyan el desarrollo del Programa. Es importante mencionar que la actividad docente tiene en cuenta que los estudiantes realicen revisiones sistemáticas de la literatura académica de interés en su correspondiente tema de investigación. Además, como servicio de medios educativos, a través de la biblioteca se pueden solicitar artículos, capítulos de libros y documentos que no se encuentran en las colecciones físicas o electrónicas del Sistema de Bibliotecas, facilitando el intercambio de información entre instituciones con alianza de cooperación interbibliotecaria. Asimismo, el Repositorio de la Universidad del Cauca dispone de una colección digital donde su objetivo principal es el de preservar, resguardar y difundir la producción académica y científica de la comunidad universitaria.

Además, los estudiantes y demás comunidad universitaria cuentan con un servicio de referencia que tiene por objetivo conseguir que toda la información requerida sea satisfecha, garantizando al usuario real o potencial del centro, el acceso a la información que necesite, personalmente o si lo hace en forma remota mediante las redes de comunicación, independientemente de dónde ésta pueda localizarse. Por otra parte, la División de Recursos Digitales lleva a cabo capacitaciones periódicas en el uso de los recursos digitales que tiene la universidad.

8.3 Software

El Programa dispone tanto de software general como de software especializado, el cual es usado para el desarrollo de las actividades de formación de este. Estos recursos están disponibles en los escenarios de práctica propios del Programa y es accesible para cualquier investigador o estudiante que lo requiera. (Anexo 04).

8.4 Escenarios de formación teórica y práctica

La naturaleza del programa de Doctorado en Ciencias de la Computación implica un componente teórico y práctico en las actividades de formación. Para ello, el Programa cuenta con un (1) salón para clases teóricas (Sala 1) para los encuentros presenciales, el cual se comparte con el programa de Maestría en Computación.

También se cuenta con tres (3) salas de computadores (Sala 4, 332 y 333), como apoyo a las actividades prácticas que se comparten con los programas de Maestría en Computación y de pregrado en Ingeniería de Sistemas.

Además, se cuenta con una oficina exclusiva que actualmente se está adecuando para que los estudiantes del doctorado puedan disponer de un espacio para realizar su trabajo independiente, y también como un espacio de apoyo para las sustentaciones de exámenes de candidatura a doctor y de tesis doctorales.

En la Tabla 18 se muestra los espacios de salones y salas disponibles con su ubicación.

Tabla 18 Espacios clase teoría y práctica del Programa

Sala	Ubicación
1	Edificio de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, en el sector de Tulcán. Tercer Piso.
4	
332	
333	
9	Edificio Bicentenario, Calle 5 No.4-07 Centro. Segundo Piso.

8.5 Dotación de equipos para prácticas

Los estudiantes del Programa pueden utilizar tres salas pertenecientes al Departamento de Sistemas dotadas con equipos que se describen en la Tabla 19.

Tabla 19 Equipos de laboratorio del Programa

Sala	Equipo	Descripción	Cantidad
4	Dell Optiplex 7060	Procesador Core i7 a 3.0 GHz, 8 Gb RAM, SSS 256 Gbs	18
332	Lenovo Thincentre	Procesador Amd 10 a 2,8 GHz, 8 Gb RAM, SSD 256 Gbs	18
333	Dell – AllinOne 7490	Procesador Core i7 a 3,2 GHz, 8 Gbs RAM, 256 Gbs	14
Todas	Videobeam	EPSON con HDMI y acceso por Wifi y Bluetooth	4

8.6 Medios audiovisuales

Para el desarrollo de actividades del Programa, se dispone de los medios audiovisuales del Departamento de Sistemas indicados en la Tabla 20.

Tabla 20 Recursos audiovisuales del Programa

Recurso	Cantidad
Video Beam	7
Video Cámara	1
Televisor	2

También el Programa de la Universidad del Cauca, tiene a su disposición recursos audiovisuales a cargo del Centro de Posgrados, los cuales corresponden a: cuatro (4) televisores, un (1) video Beam y cinco (5) pantallas para proyección en salones.

9 Mecanismos para el Aseguramiento de la Calidad

9.1 Evaluación de asignaturas de parte de los estudiantes

Los profesores del Doctorado en Ciencias de la Computación son evaluados por los estudiantes al finalizar cada asignatura mediante una encuesta, en la cual se evalúan los siguientes aspectos: (i) cumplimiento del profesor, (ii) logro de objetivos académico/investigativos de la asignatura, (iii) metodología de enseñanza y de evaluación, y (iv) relaciones humanas. Los datos obtenidos en estas encuestas son analizados por el comité de programa del Doctorado y remitidos al Jefe de Departamento de Sistemas, con las observaciones que se consideren pertinentes en pro del ejercicio de reflexión y se propongan estrategias de mejoramiento. Los resultados del proceso de evaluación son tenidos en cuenta para adoptar medidas curriculares que permitan corregir deficiencias y estimular a los profesores a impulsar sus fortalezas, además de evaluar y considerar su continuidad como docentes del Programa.

9.2 Evaluación de profesores de parte de la facultad

En el Acuerdo 0105 de 1993, Estatuto General de la Universidad del Cauca (Apéndice 9.01), expedido por el Consejo Superior, Capítulo IX, del personal docente y administrativo, artículo 75, literal C, se hace referencia al establecimiento de un sistema general, autónomo, periódico y público de evaluación de los docentes.

En el Acuerdo 024 de 1993, Estatuto Profesorial (Apéndice 9.02), Capítulo X hace referencia a la evaluación del Profesor Universitario, en los artículos 77 a 82 trata del sistema, objetivos de la evaluación, objetos de la evaluación, criterios de la evaluación, fuentes de información y notificaciones. En el Acuerdo 090 de 2005 (Apéndice 9.03), Sistema de Evaluación del Profesor, se tiene en cuenta su desempeño académico y su producción como docentes e investigadores.

A partir de lo definido en el Acuerdo 0105 de 1993, el Acuerdo 024 de 1993 (Apéndice 9.02) y el Acuerdo 090 de 2005 (Apéndice 9.03), corresponde al Consejo Académico, previa propuesta de la Vicerrectoría Académica, adoptar los instrumentos generales para la evaluación del profesor, así como los procedimientos y términos para efectuarla y al Consejo de Facultad, previo estudio de la propuesta de calificación presentada por el Comité de Personal Docente, expedir el acto Académico Administrativo de evaluación. Se establece que la evaluación del profesor será pertinente con las políticas de desarrollo de la Universidad, el cumplimiento del plan de trabajo asignado, los resultados académicos y pedagógicos, la integración a grupos de trabajo y la proyección a la comunidad.

El Doctorado en Ciencias de la Computación tiene en cuenta la evaluación realizada por el Jefe del Departamento de Sistemas, en lo referente a tutorías y dirección de trabajos de grado, aplicando los formatos: Evaluación de Tutores Posgrado y Evaluación de Trabajo Grado, que permiten retroalimentación sobre aspectos fundamentales de estas actividades.

9.3 Proceso de Autoevaluación del Programa

El Doctorado en Ciencias de la Computación, ha definido dentro de su agenda el proceso de autoevaluación como una práctica periódica para fortalecer una cultura de mejoramiento continuo. Para esto se han establecido las siguientes estrategias:

- a) Revisión periódica parte del Comité de Programa de los siguientes aspectos:
 - 1) Análisis de la pertinencia del Programa frente a las necesidades de la región y el país.
 - 2) Revisión del currículo desde la integralidad, la flexibilidad y los mecanismos de evaluación
 - 3) Revisión de actividades curriculares con respecto a los objetivos del Programa, resultados de aprendizaje y perfil de egreso.
 - 4) Coherencia del plan de estudios.
 - 5) Recursos soporte para la ejecución del plan de estudios.

- b) Realización de Autoevaluaciones para renovación de registro o con fines de acreditación: El Centro de Gestión de la Calidad y la Acreditación Institucional, ha establecido un documento instructivo de apoyo al proceso de Renovación de Registro Calificado del Programa, en donde se establecen las acciones a seguir para realizar estos procesos.

El comité de Programa realizará estas autoevaluaciones y luego:

- 1) Analizará los resultados.
- 2) Formulará conclusiones y discusiones de los resultados.
- 3) Definirá el plan de mejoramiento.
- 4) Adoptará las medidas necesarias para ejecutar el plan de mejoramiento.



Universidad
del Cauca